

## ЭНЕРГИЯ ХИМИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Т. ГАБАДАДЗЕ

*Даны рекомендации по использованию в технике и строительстве, а также при решении проблем будущей энергетики, энергии химических, физико-механических и физико-химических процессов при происхождении кристаллов этtringита, гидратации оксидов кальция, термических процессов и др. Задача решается при обеспечении отсутствия выделения CO<sub>2</sub>.*

*Ключевые слова: этtringит, самообжигание, гидратация, самодиспергация, быстротвердеющий бетон, высокоэкзотермический процесс.*

### *Введение*

В строительстве и энергетике недостаточно полно используются тепловые процессы химических реакций. Известные высокоэкзотермические, химические процессы не являются основной движущей силой для решения реальных практических задач.

Наряду с термохимическими процессами, недостаточно полно используются физико-химические (например, рост кристаллов для самоармирования цемента или для использования энергии давления растущего кристалла и др.), или физико-механические (например, самодиспергирующиеся) процессы, являющиеся следствием высокоэкзотермических, термохимических реакций твердеющих систем (цементов и различных добавок).

Кроме того, для решения проблем энергетики будущего (без выделения CO<sub>2</sub>) важное значение придается комплексному использованию высокоэкзотермических процессов магний-, силико- и алюмотермии с одновременным получением водорода из различных вод (природных, кристаллических, цеолитных, адсорбированных, химически связанных и др.).

Неисчерпаемые запасы силиция и алюминия в земной коре, а магния - в океане и морской воде, включая цепные реакции их окислительно-восстановительных процессов, кроме энергетики, могут быть использованы также для производства спецметаллов и чистых оксидов магния, силиция и алюминия (для получения высокоогнеупоров, лазеров, волоконной оптики, монокристаллов, материалов микроэлектроники и др.).

### *Теория и практика поставленных задач.*

#### *Энергия образования этtringита*

Известно, что при гидратации и твердении цементов образуется минерал этtringит -  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$ , теплота образования которого составляет около 347 ккал/кг [1], что составляет около 5% теплоты горения условного топлива 7000 ккал/кг. Однако разница заключается в кинетике (скорости) процесса, так как топливо горит быстро, а образование этtringита происходит медленно и постепенно, т.е. энергия образования этtringита рассеивается во времени и поэтому для тепловой обработки бетонных и железобетонных крупных изделий и конструкций она не учитывается, и расходуется большое количество топлива.

Кроме того, при пропарке крупных изделий и конструкций теплообмен происходит медленно и постепенно с поверхности вовнутрь образца, что обуславливает различные условия твердения цемента и бетона в различных слоях конструкций, в связи с чем пропарка конструкций продолжается длительно (10-20 ч).

Совершенно иначе происходит процесс, если высокоэкзотермическая химическая реакция протекает по всей массе бетона конструкций, при этом ускоряется процесс твердения, а теплообмен происходит из глубинной зоны толщины бетона к поверхности конструкции. В данном случае пропарка конструкций либо полностью исключается, либо сокращается в 2-5 раз (до 2-5 ч).

Задача заключается в применении такой добавки к бетону, которая обеспечит образование крупных кристаллов этtringита в первые минуты и часы твердения цемента и бетона. Применение такой добавки позволит регулировать твердение бетона в зимних условиях, под водой (при различной температуре воды) и др. Научные основы получения этой добавки изложены в [2].

С использованием указанных научных основ в промышленности изготовлены: центрифугированные напорные трубы, лотки и плиты каналов систем мелиорации, стеновые блоки и панели, плиты перекрытий, сантехнические кабины и др. Осуществлена гидроизоляция резервуаров и бассейнов в зимних условиях, нанесен торкретбетон в транспортных и гидротехнических туннелях, в пещерах Нового Афона и др.

#### *Энергия роста кристаллов этtringита*

При самостоятельной гидратации предлагаемой добавки к бетону в ней могут образоваться от 20 до 90% крупных кристаллов этtringита (длиной 10-20 мкм, шириной 3-5 мкм; см. рис.).

В зависимости от требований строительства потребитель может регулировать содержание добавки в бетоне. Крупные кристаллы этtringита вызывают самоармирование цемента и увеличивают его прочность на изгиб на 20-30% и более.

Энергия роста кристалла этtringита в твердеющей системе цемента составляет около 50-100 атм. Эту энергию можно использовать для получения расширяющихся и напрягающих цементов, натяжения арматуры, создания подземного самообжатого высоконапорного бетонного туннеля [3], разрушения руд, горных пород, зданий и сооружений и др. [4]. Указанное научное положение использовано в 1997 г. при восстановлении основного напорного туннеля Ингурской ГЭС с созданием самообжатого напорного подземного сооружения (диаметр туннеля 9-10 м). Автор конструкции - инж. П.Ахалкаци.

По этому же принципу предлагается производство самообжатых высоконапорных железобетонных труб и резервуаров большого диаметра (в том числе сферических резервуаров, ядерных установок, колонн нефтяных и газовых скважин, трубопроводов нефти и газа и др.).

#### *Энергия гидратации и самодиспергации оксида кальция*

Теплота гидратации оксида кальция составляет 279 ккал/кг [1]. Гидратация высокоактивного оксида кальция происходит мгновенно при его соприкосновении с водой и заканчивается за несколько минут с образованием ультрадисперсного порошка гидрооксида кальция. В данном случае термохимическая реакция вызывает саморазрушение (самодиспергацию) кускового материала (размеры

кусков 50-100 мм). При этом получают порошки с микро- и нанодисперсными частицами и очень быстро выделяется большое количество тепла. Одновременные самодиспергация (т.е. сильное и быстрое увеличение поверхности и объема частиц) и нагрев (до 70-100<sup>0</sup>С) материала могут быть эффективно использованы в различных областях техники и строительства, так как при этом в трехосно замкнутой среде (в объемно замкнутых условиях) развивается давление от расширения материала до 100-300 атм и более.

Энергия давления процессов самодиспергации и теплового напряжения в замкнутой среде используется для разрушения крепких руд и пород, прочных фундаментов,зданий и сооружений и др., в шахтах, туннелях, на крупных карьерах по добыче мрамора, гранита, базальта и др. [4].

Применение невзрывчатых разрушающих веществ (НРВ) обеспечивает экологическую безопасность. Работы происходят без взрыва, шума, выделения токсичных веществ, излучения и т.д.

В соответствии с требованиями потребителей изготавливаются НРВ с максимальной разрушающей энергией в первые минуты и часы гидратации (активные) или с медленным разрушением в течение 1-2 сут и более (пассивные, но с высокой энергией расширения). Свободное расширение НРВ (без ограничения расширения) составляет 20-100% и более.

#### *Энергия окисления магния, силиция и алюминия*

В металлургии широко известны процессы силико- и алюмотермии, при которых порошки силиция и алюминия при высоких температурах восстанавливают металлы из их оксидов, а сами окисляются и выделяют большое количество тепла, которое нагревают окружающую среду до 2000-3000<sup>0</sup>С.

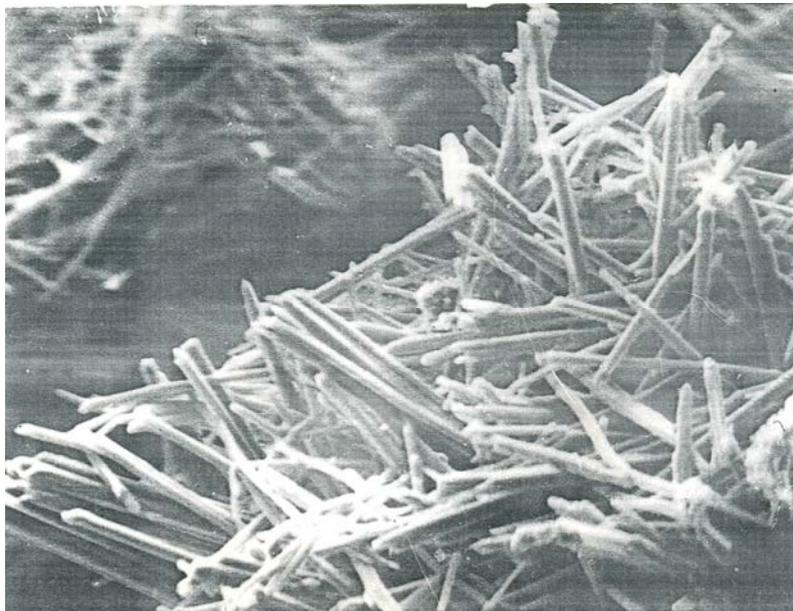
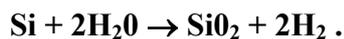


Рисунок. Электронная микрофотография кристаллов этtringита  
 $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$

По данным [5] теплота сгорания легко окисляющихся элементов составляет: Mg - 6000, Al - 7200, Si - 7400, водорода - 34200 ккал/кг. В кислороде элементарный кремний воспламеняется при 600<sup>0</sup>С и соединяется с ним с выделением большого количества энергии (208,3 ккал/моль). При 800<sup>0</sup>С протекает реакция



Нами изготовлены гранулы и таблетки из указанных оксидов и элементов, которые были нагреты в электрической печи до 600<sup>0</sup>С. При этом гранулы выделяли большое количество тепла, раскалялись до высокой температуры, способствовали дегидратации кристаллогидратов и разложению выделившегося водяного пара с образованием водорода.

В дальнейшем намечается создание установки для осуществления указанных реакций и использования полученной энергии комплексно для получения сверхчистых оксидов, дегидратации кристаллов, производства водорода и электроэнергии и развития энергетики будущего без выделения СО<sub>2</sub>.

Работа связана с материальными расходами, поэтому желательно ее выполнение в содружестве с инвестором, что будет способствовать ускорению процесса решения проблем энергетики будущего.

Таким образом, различные виды химической, физико-химической и физико-механической энергии используются для:

- ускорения твердения бетонных и железобетонных изделий и конструкций;
- изготовления самообжатых и самоармированных напорных труб и резервуаров и строительства подземных напорных туннелей и сооружений;
- разрушения без взрыва руд, пород и сооружений;
- производства водорода, чистых спецоксидов и энергии будущего без выделения СО<sub>2</sub>.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. М.:Высшая школа. 1980.
2. Габададзе Т.Г. Сверхбыстротвердеющий водонепроницаемый портландцемент. Тбилиси:изд-во Технического университета. 2003.
3. Габададзе Т.Г., Нергадзе Н.Г. Расширяющийся бетон для строительства напорных гидротехнических туннелей. М.:Энергия. 1971. №12.
4. Габададзе Т.Г., Суладзе И.Ш., Робакидзе Т.М. Невзрывчатые разрушающие вещества на основе местных материалов. Тбилиси//Химический журнал Грузии. 2010. №10(1).
5. Непицеску К. Общая химия. М.:Мир. 1968.